

Examen ~~Optique~~ ~~des matériaux~~ Photonique

Exercice 1

La Terre est éclairée par le Soleil qui est approximativement une source de Lambert dont l'exittance  $M$  est reliée à la température de sa surface,  $T = 5800 \text{ K}$ , par la relation de Stefan ( $\sigma = 56,7 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2/\text{K}^4$ ) :  $M = \sigma T^4$ .

1. Repérer la longueur d'onde approximative du maximum dans le spectre solaire.
2. Sachant que l'atmosphère absorbe environ le quart du rayonnement incident, montrer que l'éclairement total reçu par la Terre du Soleil est environ  $1 \text{ kW/m}^2$ .

On donne le diamètre apparent du Soleil  $\theta = 31'$ .

3. Pour une étude sur le climat terrestre, on modélise la Terre comme un corps noir à une température  $T = 285 \text{ K}$ . A quelle longueur d'onde se situe le maximum d'émission de la Terre ? Quelle est la luminance totale de la Terre ?

Exercice 2

Une lampe est suspendue à une hauteur  $h = 4 \text{ m}$  au-dessus d'une table. Elle est munie d'une ampoule électrique de puissance  $P = 100 \text{ W}$  avec un rendement lumineux  $k = 20 \text{ lm/W}$  et de réflecteurs qui envoient toute la lumière émise dans la direction de la table.

1. Quel est l'éclairement  $E$  de la table juste sous la lampe ?
2. A quelle hauteur  $h'$  devrait-on mettre la lampe pour doubler l'éclairement de la table ?

Exercice 3

On donne les coefficients d'absorption :

eau :  $\alpha_e = 2,4 \text{ m}^{-1}$

verre noirci :  $\alpha_v = 1000 \text{ m}^{-1}$

1. Calculer le facteur de transmission d'un faisceau de lumière qui traverse :
  - a. une épaisseur de  $1 \text{ cm}$  d'eau.
  - b. une épaisseur de  $1 \text{ cm}$  de verre noirci.

2. On considère que la lumière ne traverse pas la surface si le facteur de transmission  $T < 10^{-3}$ . Calculer l'épaisseur maximale correspondante d'eau  $x_e$  et de verre noirci  $x_v$ .

Exercice 4

Une fibre optique est jugée performante lorsque, sur une longueur donnée, la puissance du signal qu'elle transmet subit une perte minimale.

Dans la suite de l'exercice, on note :



- $L$  : longueur de la fibre optique exprimée en **km** ;  
 $P_e$  : puissance du signal lumineux à l'entrée de la fibre optique (**mW**) ;  
 $P_s$  : puissance du signal lumineux à la sortie de la fibre optique (**mW**).  
 $A$  : coefficient d'atténuation (**dB/km**)

Le tableau ci-dessous est extrait du catalogue d'un fournisseur de fibres optiques :

Fibre Optique	FO1	FO2	FO3
A (dB/km)	1,50	0,90	0,25

1. On effectue des mesures de puissance lumineuse à l'entrée et à la sortie d'une fibre optique de longueur **5 km**. on relève les valeurs suivantes :  $P_s = 1,84 \text{ mW}$  et  $P_e = 5 \text{ mW}$ .

a. Calculer la perte de puissance lumineuse relative  $\frac{P_e - P_s}{P_e}$  (en pourcentage).

Pour caractériser la perte de puissance dans une fibre optique, on utilise généralement le coefficient d'atténuation  $A$ .

b.1. Calculer le coefficient d'atténuation  $A$  de cette fibre. Arrondir le résultat au dixième.

b.2. Parmi les trois fibres proposées dans le tableau ci-dessus, laquelle on a testée ?

La longueur d'une fibre de type **FO3** est égale à **18 km**. La puissance mesurée à la sortie de la fibre est  $P_s = 1,84 \text{ mW}$ . La puissance  $P_e$  du signal d'entrée, vérifie alors la

relation :  $P_e = P_s 10^{\left(\frac{A \cdot L}{10}\right)}$

c. Calculer  $P_e$ . Arrondir le résultat au centième.

### Exercice 5

1. On considère un laser de longueur d'onde  $\lambda$  qui éclaire une photodiode. Soit  $N$  le nombre de photons incidents par seconde sur la surface sensible de la photodiode. Calculer le courant  $i$  débité par la diode sachant que la probabilité pour qu'un photon génère un électron de conduction est  $\eta$  (rendement quantique). En déduire la sensibilité  $S$  (A/W) de la photodiode en fonction de  $\lambda$ ,  $\eta$ ,  $q$ ,  $h$ ,  $c$ .

2. Déterminer l'efficacité quantique à **600 nm** de la photodiode **S2386** dont la sensibilité spectrale sur la figure.

La bande passante de cette diode est de **100 kHz**, le bruit dominant est le bruit de grenaille.

3. Calculer le rapport signal sur bruit ( $S/B$ ) si la puissance incidente du laser est de **1 mW**.

